

Eine
selbstschreibende Atwoodsche Fallmaschine.

Von
Dr. K. Schreiber.

In neuerer Zeit ist eine grosse Anzahl von Fallmaschinen ¹⁾ gebaut worden, welche alle das Gemeinsame haben, dass die Gravitationskonstante ungeändert an ihnen zur Wirkung gelangt. Trotzdem behält noch immer die Atwoodsche Fallmaschine den ersten Platz. Sie muss also eine Reihe von Vorzügen haben, welche den anderen abgehen. Diese bestehen wohl darin, dass die Fallbewegung langsamer vor sich geht und deshalb von einem Zuhörerkreise, welchem die Gesetze des Falles vorgeführt werden sollen, leichter verfolgt werden kann; ferner dass die Atwoodsche Fallmaschine durch Abheben des Übergewichtes die erlangte Geschwindigkeit zu beobachten gestattet und schliesslich, dass sie durch Variieren des Übergewichtes und der bewegten Masse die Abhängigkeit der Beschleunigung von der bewegenden Kraft nachweisen lässt.

Im Nachfolgenden soll nun eine Fallmaschine beschrieben werden, welche diese Vorzüge der Atwoodschen wahrt und den Übelstand vermeidet, dass der Experimentator die Abhängigkeit des Weges von der Zeit nur auf die Weise feststellen kann, dass der Weg jeder einzelnen Sekunde durch einen besonderen Versuch beobachtet wird.

Das Princip, welches ich angewandt habe, ist das auch schon anderweitig benutzte, dass ein elektrischer Funken die

Winkelmann; Handbuch der Physik I. p. 109 ff.

Stellen markiert, an welchen sich der fallende Körper zur Zeit des Entstehens des Funkens befand.

Mit der gewöhnlichen Atwoodschen Fallmaschine hat die von mir konstruierte gemeinsam das auf einem mit Stellschrauben versehenen Grundbrette stehende etwas über 1 m hohe Stativ, die an demselben befindliche Latte, welche den Abhebetisch führt, und auf dem Kopfbrett das Fadenrad. Auf der dem Auditorium zugekehrten Seite der Latte habe ich eine weithin sichtbare Teilung in cm, auf der entgegengesetzten eine feine in mm angebracht.

Neben der Latte ist von oben nach unten ein Draht ausgespannt und 4,3 cm von diesem entfernt zwischen Kopf- und Grundbrett ein Messingcylinder von ungefähr 5 cm Durchmesser drehbar aufgestellt. Zwischen Draht und Cylinder bewegt sich der fallende Körper, dessen Teller einen Durchmesser von 4 cm hat. Draht und Cylinder sind mit den Polen eines Induktoriums verbunden. Der Funke desselben schlägt dann stets in derjenigen Höhe über, in welcher sich gerade der Teller des fallenden Körpers befindet, da er hier nur die beiden kurzen Luftstrecken zwischen Draht und Teller einerseits und Teller und Cylinder andererseits zu durchschlagen hat, während an allen anderen Stellen die Luftstrecke um den Durchmesser des Tellers grösser ist. Der Cylinder wird mit einem gegen den elektrischen Funken empfindlichen Papier z. B. Jodkaliumstärkekleisterpapier beklebt, so dass jeder Funke einen weithin sichtbaren Fleck hinterlässt.

Um die Entfernung der Flecke von einander zu messen, wird der Abhebetisch benutzt, indem man seine dem Cylinder zugekehrte Seite auf einen Fleck einstellt und dann an der Latte seine Höhe abliest.

Die Auslösung des Fallkörpers geschieht durch den elektrischen Strom. Mit dem Nullpunkt der Teilung in gleicher Höhe ist an der Latte ein kleines Tischchen befestigt, dessen um ein Scharnier leicht drehbare Platte aus Hartgummi entweder der eigenen Schwere gehorchend nach unten hängt oder durch einen kleinen Stift von der Seite her unterstützt, horizontal gehalten wird. Der Stift sitzt an der Verlängerung des Ankers eines am Stativ befestigten Elektromagneten

Wird dieser durch den Strom erregt, so wird der Stift unter der Platte hervorgezogen, diese kippt um und der bis dahin auf ihr ruhende Fallkörper mit Übergewicht ist sich selbst überlassen.

Zur Erregung des Induktionsapparates benutze ich eine Sekundenuhr mit Quecksilberkontakt. Da aber die Unterbrechung des Stromes bei einem einfachen Quecksilberkontakt nicht schnell genug vor sich geht, um einen Induktionsstrom von genügend hoher Spannung zu erzeugen, so lasse ich den Wagnerschen Hammer des Induktoriums in Thätigkeit treten und erreiche damit auch gleich den Vorteil ohne weiteres jeden Funkeninduktor benutzen zu können.

Ich gebrauche dazu 2 Stromkreise mit selbständigen Batterien. Der Strom der ersten Batterie geht durch einen Stromschlüssel, um den Anfang des Versuches beliebig geben zu können, durch die Sekundenuhr, durch den die Auslösung bewirkenden Elektromagneten und durch einen zweiten auf dem Grundbrett befestigten Elektromagneten. Auf der Verlängerung des Ankers dieses Magneten sitzt ein kleines Platinblech, welches gegen eine durch Schrauben verstellbare Platinspitze schlägt, sobald der Anker angezogen wird. Der Strom der zweiten Batterie geht durch die Platinspitze, den Anker dieses zweiten Magneten und den Induktionsapparat.

Während des Bruchteils einer Sekunde, während dessen der Quecksilberkontakt der Uhr den ersten Stromkreis geschlossen hält, wird durch den zweiten Magneten der zweite Stromkreis geschlossen gehalten und so lange ist also innerhalb jeder Sekunde der Wagnersche Hammer in Thätigkeit. Man bekommt somit, wenn die Schwingungszahl des Wagnerschen Hammers hinreichend gross ist, nicht nur einen einzigen Funken, sondern eine ganze Reihe. Es ist vorteilhaft, die Schwingungszahl so gross als möglich zu nehmen und dann die Dauer des Kontaktes in der Uhr so zu bemessen, dass ungefähr 10 Funken induziert werden, weil eine Reihe dicht nebeneinander liegenden Flecke auf eine grössere Entfernung erkannt werden kann als ein einzelner Fleck.

Um mit diesem Apparat die Fallgesetze nachzuweisen, stelle man denselben auf einem nicht zu hohen Tisch vertikal auf; die beiden am Faden hängenden Massen geben die dazu

nötigen Lothe. Man schraube zunächst die beiden Schrauben, in deren konisch ausgehöhlten Enden die Spitzen der Axe des Fadenrades ruhen, so lange hin und her, bis bei möglichst geringer Reibung der in der Nähe des Anfangs der Teilung befindliche Fallkörper genau in der Mitte zwischen Draht und Cylinder hängt. Dann lasse man ihn bis ziemlich unten fallen und schraube so lange an den Stellschrauben bis er auch hier wieder gleiche Entfernung von Draht und Cylinder hat; dann steht der Apparat richtig. Darauf bilde man mittelst der auf dem Grundbrett befindlichen Klemmschrauben die beiden oben angegebenen Stromkreise, beklebe den Cylinder mit dem empfindlichen Papier, lege das Übergewicht auf den Fallkörper und hebe die Platte des Auslösetisches auf den tragenden Stift. Versetzt man jetzt den Wagnerschen Hammer durch einen kleinen Stoss mit dem Finger in Schwingungen und schliesst den Stromschlüssel, so erhält man die erste Versuchsreihe.

Durch Drehen des Cylinders kann man die Fleckenreihe dem ganzen Auditorium zeigen. Zur Kontrolle mache man, indem man den Cylinder nicht ganz auf seine ursprüngliche Stellung zurückdreht, neben der ersten eine zweite Versuchsreihe. Es zeigt sich, dass die Flecke genau neben den ersten stehen.

Liest man mittelst des Abhebetischchens die Stellung des ersten Fleckens einer jeden Sekunde ab und dividirt durch das Quadrat der Zeit so erhält man eine Konstante; man hat also das Gesetz $s = ct^2$ nachgewiesen.

Je nachdem, welches Gesetz man dann zeigen will, kann man entweder das Übergewicht oder die träge Masse ändern, oder man lässt auch beides ungeändert, hebt aber das Übergewicht nach der ersten, zweiten u. s. w. Sekunde ab, indem man das Abhebetischchen auf den ersten Flecken der zweiten, dritten u. s. w. Sekunde einstellt.

Da auf dem Cylinder bequem 15 bis 20 Fleckenreihen nebeneinander Platz haben, so kann man die sämtlichen Gesetze der Fallbewegung neben einander aufschreiben, ohne auch nur eine Fleckenreihe wegwischen und den Cylinder frisch bekleben zu müssen.

In der nachfolgenden Tabelle gebe ich als Beispiel eine Zahl von Beobachtungen, welche ich an einem Nachmittag in genau einer Stunde angestellt habe.

Es bedeutet:

m das Übergewicht, das kleinste als Einheit genommen.

M die träge Masse und zwar ist

T die Masse der beiden Teller

$a/2$ die Masse eines Messingstückes, welches auf einen Teller gelegt werden kann.

s die in den einzelnen Sekunden zurückgelegten Wege in cm.

$\gamma/2$ das Verhältniß s/t_2 wenn t die Anzahl der Sekunden ist.

v_n die nach n Sekunden erlangte Geschwindigkeit d. h. die Entfernung zweier auf einander folgender Flecke.

Der Strich unter einer Zahl in der Spalte s bedeutet, dass an dieser Stelle das Übergewicht abgehoben wurde.

I $m = 5$.

$M = T$				$M = T + a$			
s	$\gamma/2$	s	v_2	s	$\gamma/2$	s	v_2
8,4	8,4	8,4		6,4	6,4	6,4	
33,2	8,30	33,2		26,2	6,55	26,2	
74,5	8,28	<u>64,9</u>	31,7	60,3	6,70	<u>49,4</u>	23,2
		96,5	31,6	102,4	6,40	73,5	24,1
						95,6	22,1

II $m = 3$.

$M = T$					
s	$\gamma/2$	s	v_2	s	v_3
4,7	4,7	4,7		4,7	
19,6	4,90	19,5		19,2	
42,1	4,68	<u>37,2</u>	17,7	<u>43,5</u>	
75,7	4,73	56,0	18,8	68,9	25,4
		72,3	16,3	96,8	27,9
		89,5	17,2		
		105,9	16,4		

$M = T + a$					$M = T + 2a$				
s	$\gamma/2$	s	v_2	s	v_3	s	$\gamma/2$	s	v_3
3,7	3,7	3,7		3,7		3,1	3,1	2,6	
14,0	3,50	14,4		13,7		11,3	2,82	11,0	
32,4	3,60	28,2	13,8	32,4		26,2	2,91	24,5	
56,2	3,51	41,0	12,8	52,6	20,2	45,1	2,82	40,0	15,5
89,3	3,57	54,1	13,1	74,2	21,6	72,0	2,88	55,5	15,5
		66,2	12,1	93,9	19,7	102,5	2,85	71,0	15,5
		78,2	12,0					86,2	15,2
		89,2	11,0						

III $m = 1$ $M = T$

s	$\gamma/2$
1,6	1,6
5,1	1,28
11,4	1,27
19,9	1,24
32,3	1,29
46,5	1,29
64,8	1,32
84,4	1,32

Aus der Tabelle ergibt sich:

- 1) Da die Zahlen unter $\gamma/2$ in jeder Reihe konstant sind, so ist $s = \gamma/2 t^2$
- 2) Die unter v_n stehenden Zahlen sind konstant, also bewegt sich nach dem Abheben des Übergewichts das System mit konstanter Geschwindigkeit. Die geringe Abnahme namentlich bei den längeren Reihen ist auf Rechnung der Reibung zu schreiben.
- 3) Aus dem Vergleich von v_2 und v_3 ergibt sich, dass die erlangte Geschwindigkeit der Zeit proportional ist: $v = \gamma \cdot t$.
- 4) Die Konstante γ in $v = \gamma \cdot t$ ist das Doppelte der Konstanten $\gamma/2$ in $s = \gamma/2 t^2$.
- 5) Die Beschleunigung γ ist, wenn von der Reibung abgesehen wird, bei gleicher bewegter Masse dem Übergewicht proportional.
- 6) Die Beschleunigung nimmt bei gleichem Übergewicht mit zunehmender bewegter Masse ab.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Schreber K.

Artikel/Article: [Eine selbstschreibende Atwoodsche Fallmaschine 99-104](#)